



**Kandidatarbeten  
i skogsvetenskap**  
Fakulteten för skogsvetenskap

**2014:6**

## Inverkan av skördarstorlek och matningsprincip på matningsskadedjup vid skörd av grantimmer

*Influence of harvester size and feeding principle on feeding  
damage depth at harvest of spruce timber*



Foto: Jonas Blomqvist

Adam Lundström och Jonas Blomqvist

---

Sveriges Lantbruksuniversitet  
Institutionen för skogens ekologi och skötsel  
Kandidatarbete i skogsvetenskap, 15 hp,  
Handledare: Urban Bergsten,

Program: Jägmästarprogrammet

Kurs: EX0592 Nivå: G2E

SLU, Inst. för Skogens biomaterial och teknologi  
Examinator: Tommy Mörling, SLU, Inst. för skogens ekologi och skötsel

Umeå 2014



# Kandidatarbeten i Skogsvetenskap

Fakulteten för skogsvetenskap,  
Sveriges lantbruksuniversitet

Enhet/Unit	Institutionen för skogens ekologi och skötsel/ <i>Department of forest ecology and management</i>
Författare/Author	Adam Lundström & Jonas Blomqvist
Titel, Sv	Inverkan av skördarstorlek och matningsprincip på matningsskadedjup vid skörd av grantimmer
Titel, Eng	Influence of harvest size and feeding principle of feeding damage depth at harvest of spruce timber
Nyckelord/ Keywords	Matarhjul, matarhjulsskador, maskinstorlek, barktjocklek, gran Feed roller, feed roller damages, size of machines, bark thickness, spruce.
Handledare/Supervisor	Urban Bergsten, Institutionen för biomaterial och teknologi/ <i>Department of Forest Biomaterials and Technology</i>
Examinator/Examiner	Tommy Mörling Institutionen för skogens ekologi och skötsel/ <i>Department of Forest Ecology and Management</i>
Kurstitel/Course	Kandidatarbete i skogsvetenskap Bachelor Degree in Forest Science
Kurskod	EX0592
Program	Jägmästarprogrammet
Omfattning på arbetet/	15 hp
Nivå och fördjupning på arbetet	G2E
Utgivningsort	Umeå
Utgivningsår	2014

## Förord

Detta är en kandidatuppsats i skogsvetenskap med en omfattning på 15 hp skriven vid SLU i Umeå som en del i Jägmästarprogrammets grundutbildning. Arbetet handlar om att statistiskt jämföra olika faktorer som kan påverka matningsskadedjupet, alltså hur långt in i den apterade stocken som fibrerna förstörs av matarhjul vid skördaravverkning. Syftet med arbetet var att belysa vilka maskinrelaterade faktorer som har betydelse för att minimera risken för matarhjulsskador vid avverkning av grantimmer. Det fanns även ett intresse att undersöka om barktjocklek spelar in i hur djupa skadorna blir, huvudsakligen för att se om man måste behandla klena träd med mer försiktighet än grövre träd.

Först och främst vill vi tacka Vida AB för att vi fick använda oss av deras datamaterial. Vi skulle också vilja tacka vår handledare Urban Bergsten vid Institutionen för skogens biomaterial och skogsteknologi för allt stöd under arbetets gång. Sist men inte minst vill vi tacka Anders Muszta vid institutionen för skoglig inventering och empirisk ekosystemmodellering för all hjälp med tolkning av resultat samt upplägg av analyser.

## SAMMANFATTNING

Vid val av skördare för gallring eller slutavverkning väljs ofta maskiner som finns i närområdet och med högst produktivitet. Detta kan medföra att maskiner väljs trots att de inte är bäst anpassade för den aktuella åtgärden. Risken med detta är en hård behandling av träden under avverkningen som ger onödigt stora stamskador. Arbetet handlar om hur man med aktiva val kan minska dessa skador. De faktorer som analyserades var; typ av matarhjul, storlek på maskin och hur barktjockleken inverkar på matningsskadedjup. Datamaterialet samlades in sommaren 2012 åt Vida AB i Västra Götaland och Småland. Vedprover togs på klentimmerstockar (<18 cm i toppdiameter) i gallring och slutavverkning.

Resultaten från analyserna visade att vid val av matarhjul med *dubb* så kan man förvänta sig att få djupare skador (5,13 mm i genomsnitt) än vid användning av *ribb* (4,43 mm), en anledning att fortfarande välja *dubb* kan vara en något högre produktivitet. Gränsen för kvalitetsnedsättande skada vid inmätning är 6,9mm. Maskinstorleken spelar in i form av att om man använder en stor maskin (>16 ton) så kan man förvänta sig djupare matarhjulsskador (5,28 mm) än med en liten (<16 ton) maskin (3,95 mm) på klenare stammar. Med ökad barktjocklek minskar risken för matarhjulsskador. Resultaten visar att det finns anledning att tänka efter en extra gång när man väljer maskin till gallring eller slutavverkning i bestånd där man förväntas ta ut klentimmer för sågning. Om man väljer rätt maskin och matarhjul så kan risken för matarhjulsskador minska.

Nyckelord: Matarhjul, matarrullar, matarhjulsskador, maskinstorlek, barktjocklek, gran

## SUMMARY

When choosing harvester for thinning or clear cutting, the choice is often based on what machines that are available in the area and the productivity of the machine. Basing the choice only on these factors can result in using a machine that is not fitted for the activity. The result can be a very rough treatment of the logs that causes unnecessary damages. This report quantifies how different factors affect the risk of possible damages. The analyzed factors are; feeder wheels (ribs or spikes), machine size and how bark thickness influence on stud damages. The dataset was collected during the summer of 2012 for the company Vida AB in the regions of Västra Götaland and Småland, Sweden. The measurements were made on small diameter logs (< 18 cm in top).

The result indicates that *spike-wheels* causes deeper damage (5,13 mm in average) than *rib-wheels* (4,43 mm). A reason to still use *spikes* might be a higher productivity. The limit for quality suppressant damage at the mill is 6,9mm. The machine size is important in the way that a bigger machine causes deeper damages (5,28 mm) than smaller machines (3,95 mm) on small diameter logs. The bark thickness has a significant effect on the depth of the feed-wheel damages. It is important to be careful when choosing harvester in areas with small diameter logs. The conclusion is that if you choose the correct machine and feed roller, the risk for feed-wheel damages will be reduced.

Keywords: Feed wheel, feed roller, feed wheel damages, size of machines, bark thickness, spruce

# 1. Inledning

## 1.1 Skador på upparbetat virke vid skörd

I Sverige avverkades år 2012 ca 90 miljoner  $\text{m}^3$  sk (Skogsstyrelsen 2013). Det vanligaste sättet att utföra denna åtgärd är med hjälp av en engreppsskördare. Mekaniska skador kan uppstå på det avvertrade virket vid skörden p.g.a. att matarhjulet slirar eller att dess ribbor/dubbar tränger in i veden. De mekaniska skadorna fungerar i sin tur som inkörsportar för biologiska skador i form av blånadssvamp (Nylinder 2000). Skadorna på stockarna kan, beroende på omfattning, ha inverkan på kvaliteten. Det gränsvärde som man på VMR satt för vad som klassas som skadat virke ligger på 6,9 mm (Anon. 2011). Virket tolkas alltså som skadat när fibrerna är skadade på ett djup som överstiger 6,9 mm. Värdeinsparningen kan uppgå till 350 kr per kubik sågad vara ( $\text{m}^3$ sv) (Sveningsson 2011). I denna studie kvantifieras hur utformning av matarhjul och storleken på maskinen samt barktjockleken inverkar på hur djup matarhjulsskadan blir.

## 1.2 Problembeskrivning

Engreppsskördarens kranspetsmonterade aggregat används för att greppa, fälla och bearbeta trädet. I skördaraggregatet sitter matarhjul som matar trädstammen förbi kvistknivar som avlägsnar kvistarna (figur 1). Kvistknivar och matarhjul pressas mot stocken med hjälp av hydraulik. Beroende på tryck och utformning på matarhjul kan detta leda till skador i veden på den apterade stocken.

Enligt en studie av Brunberg (2010) kan det vara fördelaktigt att välja en liten skördare i klenare gallring. Studien saknar dock en diskussion om hur maskinens storlek spelar roll beroende på medelstammen på objekten. Man kan därför inte utesluta att mellanstora skördare är lämpligare åtminstone i vissa gallringar. Alltså indirekt: hur behandlar stora maskiner stockarna i jämförelse med en liten maskin med avseende på ev. matarhjulsskador och kvalitetsinverkan?

Enligt Brunberg et al. (2006) påverkar även inställningar av matarhjulstrycket hur djup skadan på virket blir. Ett högt tryck ger bättre produktivitet men också ökat skadedjup. Ett högre tryck behövs vid upparbetande av grövre träd, dessa träd finner man i slutavverkningar och sena gallringar. Risken finns att maskiner som går i både slutavverkning och gallring använder samma tryck i båda fallen och skador uppkommer i onödan vid gallring. Små maskiner som är anpassade för gallring har inställningar anpassade för att hantera mindre träd, detta borde då resultera i en skonsammare hantering än om en större maskin används. På grund av avsaknaden av rapporter som tar upp jämförelse mellan storlek på maskin inom olika diameterintervall utformades den första hypotesen.

Det finns många olika utformningar på matarhjul. Utformningen påverkar inte bara skadefrekvens och djup utan även produktivitet (Brunberg et al. 2006; Nuutinen et al. 2010). Valet av matarhjul blir därför en balansgång mellan låg skadefrekvens och hög produktivitet. Ett antal tidigare studier har utförts där man har testat ifall utformningen på matarhjul

påverkar skadedjupet. Stålmatarhjul med *dubb* verkar ge djupare skada jämfört med stålmatarhjul med annan utformning av greppytan (Petrus 2007; Nuutinen et al. 2010; Sveningsson 2011). I en studie utförd i form av ett examensarbete på Växjö universitet (Gäfvert et al. 2008) har utformningen en betydande påverkan, inte bara själva matningsprincipen utan även tätheten mellan kontaktytor. Resultatet visade att dubb med tätare mönster gjorde mindre inträngningsskador. Även i denna studie hade man använt sig av gran som försöksträslag. Den andra hypotesen utformades för att bekräfta detta samband.

Tjockare bark ger generellt ett bättre fysiskt skydd än tunn bark vilket medför att björk tack vare sin tjocka bark är tåligare än gran och tall (Nuutinen et al. 2010). Studien omfattar alltså inte hur variationen av barktjocklek inom ett och samma träslag påverkar skadedjupet. En rapport som utförts på SLU av Söderholm (2013) visar att kvarsittande bark på gran och talltimmer som är 5mm tjock inte garanterar att virket skyddas mot en skada som passerar gränsen på 6,9mm. För att isolera om barktjockleken på just gran har någon inverkan på skadedjupet så utformades hypotes tre.

### 1.3 Syfte

Syftet med studien var att pröva följande hypoteser:

- Maskiner anpassade för slutavverkning och gallring (>16 ton) gör större skada på klenare stockar än specialiserade gallringsmaskiner.
- Matarhjul med dubb gör större skador än matarhjul med ribb.
- Med ökande barktjocklek minskar matarhjulsskadorna.

Ett syfte med detta arbete var att verifiera resultaten från tidigare studier, speciellt med tanke på att basmaskinens prestanda (hydrauliktryck och – flöde) samt stammens barktjocklek kan inverka på skadenivån.

Studien jämförde två huvudgrupper av matarhjul, *ribb* och *dubb*. Syftet var att se ifall den fysiska utformningen hade någon inverkan på skadedjupet.

Det datamaterial som låg till grund för vår studie innehöll enbart uppgifter om grantimmer och resulterade därför i en detaljerad jämförelse inom träslaget. Resultatet påverkades därför inte av faktorer som variation i barkens och vedens motståndskraft mot genomträngning mellan olika träslag. Anledningen till att undersöka barktjocklekens inverkan var tankegången att det är viktigare att välja rätt maskin och rätt inställningar i klenare skog än i grövre skog, eftersom barken på klena träd kan förväntas vara tunnare.

## 2. Material och metoder

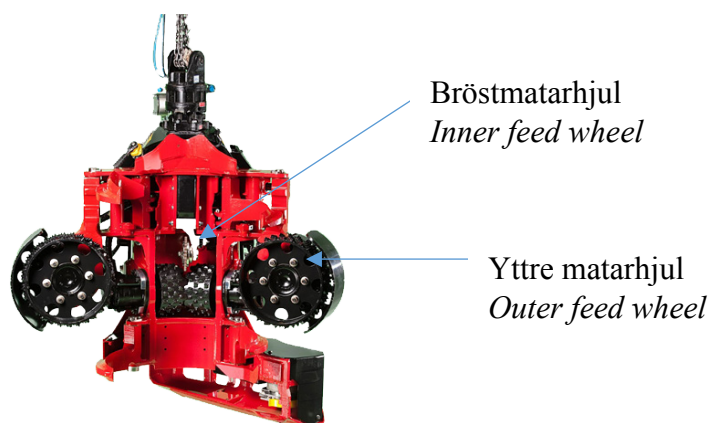
Studien byggdes på ett datamaterial med värden för matningsskadedjup och barktjocklek. Materialet samlades in i Småland och Västra Götaland åt Vida AB. För att kunna utföra de analyser som krävdes för prövning av hypoteserna behövde datasetet delas upp i lämpliga grupper. Två grupper för olika utformning av matarhjul skapades, samt två grupper för maskinstorlek. De två storleksbaserade grupperna var stora maskiner och små maskiner. Här definierades en maskin som stor om den hade en vikt över 16 ton. Denna viktavgränsning följer de stora maskintillverkarnas rekommendationer för respektive användningsområde för de olika maskintyperna (Gremo AB 2014; John Deere Sverige 2014; Komatsu Forest 2014; Ponsse 2014; ProfiPro 2014; Rottne 2014).

En av hypoteserna krävde kompletterande data om förhållandet mellan barktjocklek och stockarnas diameter. Dessa uppgifter hämtades från riksskogstaxeringen och en ekvation togs fram med hjälp en regressionsanalys i Minitab.

För att testa hypoteserna ställdes lämpliga analyser upp i Minitab. Resultaten från analyserna låg till grund för hypotesprövning, slutsatser och diskussion.

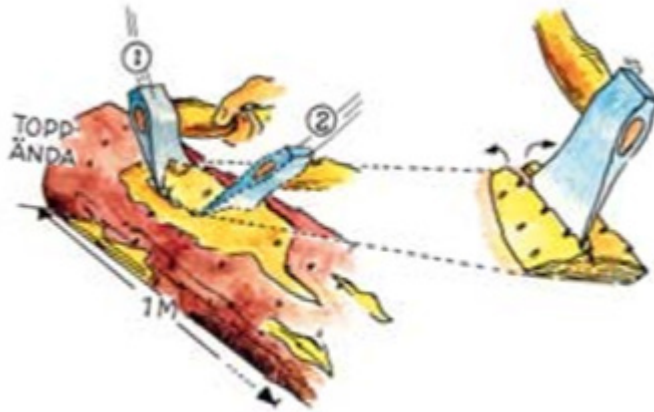
### 2.1 Insamling av data

Data över matningsskador samlades in under perioden juni-juli år 2012 av Jonas Blomqvist åt Vida AB i Småland och Västra Götaland. Data samlades in för 22 skördare. Mätning skedde för de yttre matarhjulen och även bröstmatarhjulen ifall aggregatet hade sådana (*figur 1.*). På varje stock mättes ett till tre värden och för varje maskin togs värden på 5-10 stockar. Målet var att samla in 10-15 värden för de yttre matarhjulen per maskin, och lika många värden för bröstmatarhjulen (se bilaga 1). Från Vida AB fanns intresset att få en uppfattning om hur skadefrekvensen såg ut på deras kubb-sortiment, och även hur det skiljde sig mellan olika maskintyper och olika matarhjulstyper. Data samlades därför på stockar som var 10-18 cm i toppdiameter.



Figur 1. Skördaraggregatets uppbyggnad ( John Deere Sverige 2014)  
*Figure 1. Sketch of a harvester head ( John Deere Sverige 2014)*

För att mäta skadans djup användes den så kallade "yx-metoden" (figur 2.). Tillvägagångssättet är då att en flisa huggs bort från stocken där matarhjulen har trängt in i veden. Flisan ska tas inom en meter ifrån toppen på stocken. Flisan klyvs sedan längs fiberriktningen, rakt över skadan. På så vis får man ett tvärsnitt över skadan och skadedjupet kan mätas med hjälp av ett skjutmått.



Figur 2. Tillvägagångssätt med yx-metoden (Brunberg et al. 2006)  
Figure 2. Course of action with "yx-metoden" (Brunberg et al. 2006)

Med skadedjup menas så långt ner som fibrerna är krossade och har gått av på grund av matarhjulets inträngning. Vid mätningen noterades även barktjockleken över skadan med hjälp av ett skjutmått. För varje maskin noterades maskinmodell, aggregatmodell och vilken typ av matarhjul som användes.



## 2.2 Indelning av data

När datamaterialet sammanställdes delades det upp i två grupper, *dubb* och *ribb* (Figur 3 till 6). Matarhjul med dubb har upphöjda dubbar som kan sitta i olika mönster på matarhjulet. Matarhjul med ribb har upp höjda ribbor som sträcker sig över hela matarhjulets bredd.

Dubb



Foto: Jonas Blomqvist

Figur 3. Dubb på yttre matarhjul

Figure 3. Spikes on the outer feed wheel

Ribb



Foto: Jonas Blomqvist

Figur 5. Ribb på yttre matarhjul

Figure 5. Rib on the outer feed wheel



Foto: Jonas Blomqvist

Figur 4. Dubb som bröstmatarhjul

Figure 4. Spikes on the inner feed wheel



Foto: Jonas Blomqvist

Figur 6. Ribb som bröstmatarhjul

Figure 6. Rib on the inner feed wheel

Maskinerna delades in i två grupper, stor och liten maskin, där gränsen mellan grupperna sattes till 16 ton (tabell 1). Maskinvikterna hämtades ifrån respektive maskintillverkares hemsidor (Gremo AB 2014; John Deere Sverige 2014; Komatsu Forest 2014; Ponsse 2014; Rottne 2014). Information om JD 770D och 1070D saknades här då de inte längre är i produktion. Uppgifter för dessa hittades hos ett mediaföretag specialiserat på entreprenadmaskiner (Mascus 2014).

Tabell 1. Uppdelning av maskiner med avseende på tjänstevikt  
*Table 1. Machines in different duty weight classes*

Stora maskiner			Små maskiner		
Tillverkare	Modell	Vikt (ton)	Tillverkare	Modell	Vikt (ton)
John Deere	1170E	17,9	John Deere	770D	11,5
John Deere	1270E	20,5	John Deere	1070D	14,1
John Deere	1470E	21,7	Rottne	H8	8,5
Rottne	H11 6w	17,4	Gremo	1050	14,7
Rottne	H14	18,8	Profi	50	12,5
Rottne	H20	20,75			
Ponsse	Ergo	20,1			
Komatsu	931,1	19,4			

## 2.3 Kompletterande data

Hypotesen “Större maskiner gör mer skada på klenare träd än små maskiner” kräver ett diametervärde på stockarna som skadorna mätts på. Då detta inte registrerades vid insamling behövdes något sätt att skatta diametern utifrån befintligt underlag. Det som, förutom skadedjup, insamlades var barktjocklek. För att få fram ett dataset som grund för en regressionsekvation mellan diameter och barktjocklek så kontaktades Riksskogstaxeringen. Här gavs tillgång till ett dataset gällande granar i ungefär samma geografiska område som datamaterialet för matarhjulsskador var insamlat i. Datasetet omfattade 2525 träd med värde för barktjocklek och diameter. En regressionsanalys gjordes i Minitab. Resultatet från analysen användes för att beskriva det eventuella samband som finns mellan barktjocklek och diameter.

## 2.4 Analys

För att testa de uppställda hypoteserna gjordes en serie med statistiska analyser. Dessa analyser utfördes i Minitab. Datamaterialet analyserades först visuellt med lämpliga diagram för att få en översikt, på detta sätt kunde man bilda en uppfattning om vilken typ av modell som skulle vara lämplig. Sedan utfördes statistiska tester på några olika typer av modeller per hypotes, slutligen analyserades den som hade det högsta  $R^2$ -värdet. Detta resulterade i ett p-värde som antingen stärkte eller förkastade vår hypotes. Residualerna studerades för att kontrollera ifall datamaterialet var normalfördelat och hade konstant varians. Samtliga vedprover var oberoende.

Följande analyser utfördes:

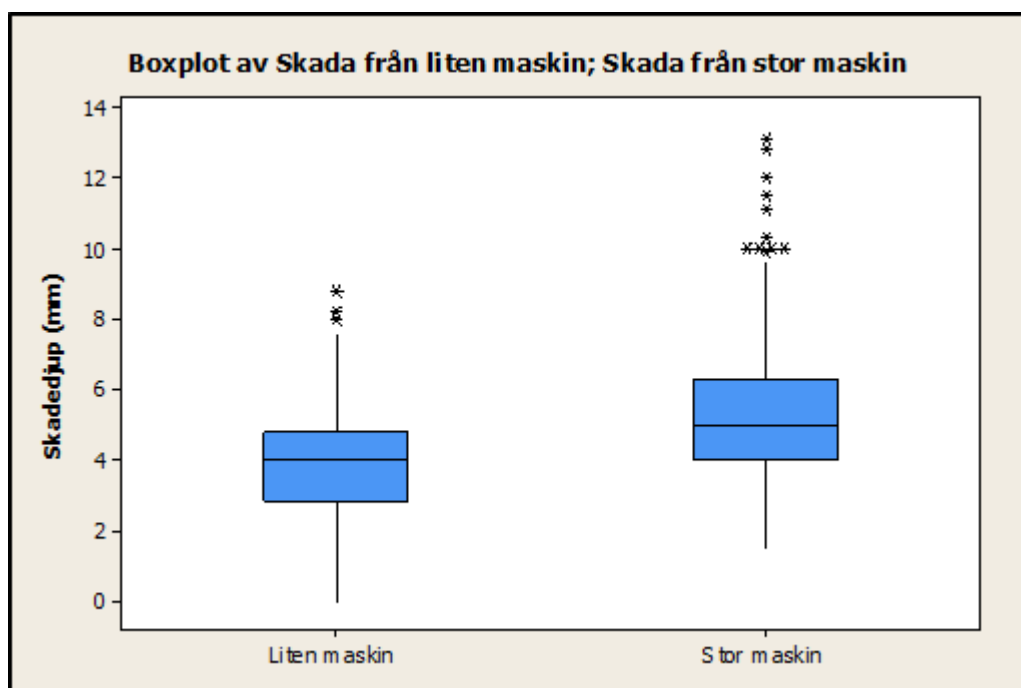
1. Anova (General Linear Model): Faktorerna matarhjul och maskinstorleks inverkan på skadedjupet. Faktorerna testades enskilt och i samspel.
2. Regression: Diameter mot barktjocklek. Modellen: Diameter mot enkel barktjocklek.
3. Regressionsanalys: Barktjocklek mot skada (sammanställda data för *dubb* och *ribb*). Stor maskin. Modellen: Skadedjup mot barktjocklek i kvadrat.
4. Regressionsanalys: Barktjocklek mot skada (sammanställda data för *dubb* och *ribb*). Liten maskin.
5. Regressionsanalys: Barktjocklek mot skada (sammanställda data för *dubb* och *ribb* samt även för liten och stor maskin)

### 3. RESULTAT

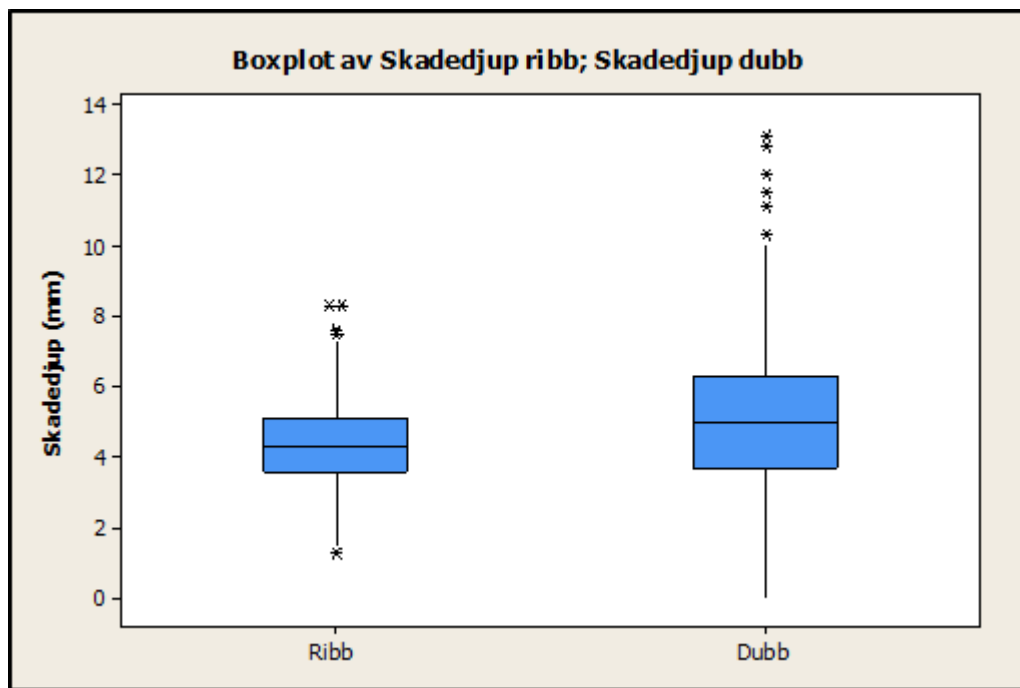
Det fanns inte någon samspelseffekt mellan faktorerna maskinstorlek och matarhjulstyp. Båda faktorerna hade dock enskilt en signifikant påverkan på hur djupa matarhjulsskadorna blev (tabell 2). Små maskiner gav sällan skador djupare än 6,9 mm medan för större maskiner blev skadorna djupare.

Tabell 2. General linear model med faktorerna; maskinstorlek och hjulstyp  
*Table 2. General linear model with the factors; size of machine and feed roller type*

General Linear Model						
Source		DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
	Maskinstorlek	1	125,04	125,037	35,48	0,000
	Hjulstyp	1	15,01	15,007	4,26	0,040
	Maskinstorlek*Hjulstyp	1	3,28	3,283	0,93	0,335
Error		473	1 666,93	3,524		
Total		476	1 857,07			



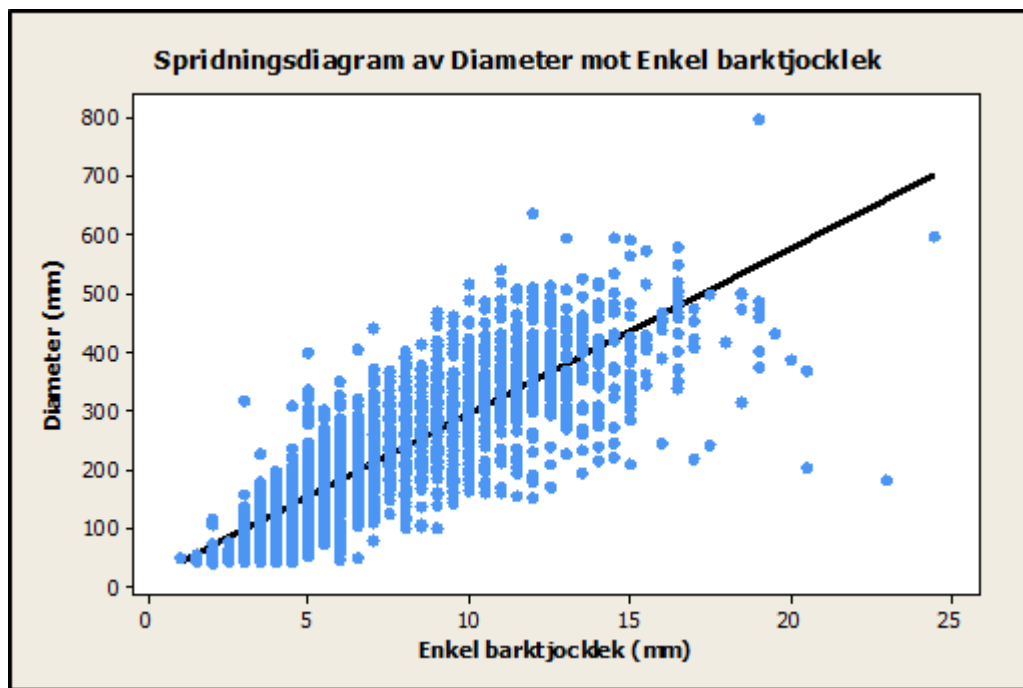
Figur 3. Boxplot för jämförelse av skadorna från små och stora maskiner  
*Figure 3. A boxplot to compare the damages created by small and big machines*



Figur 4. Boxplot för skadedjup från ribb och skadedjup från dubb

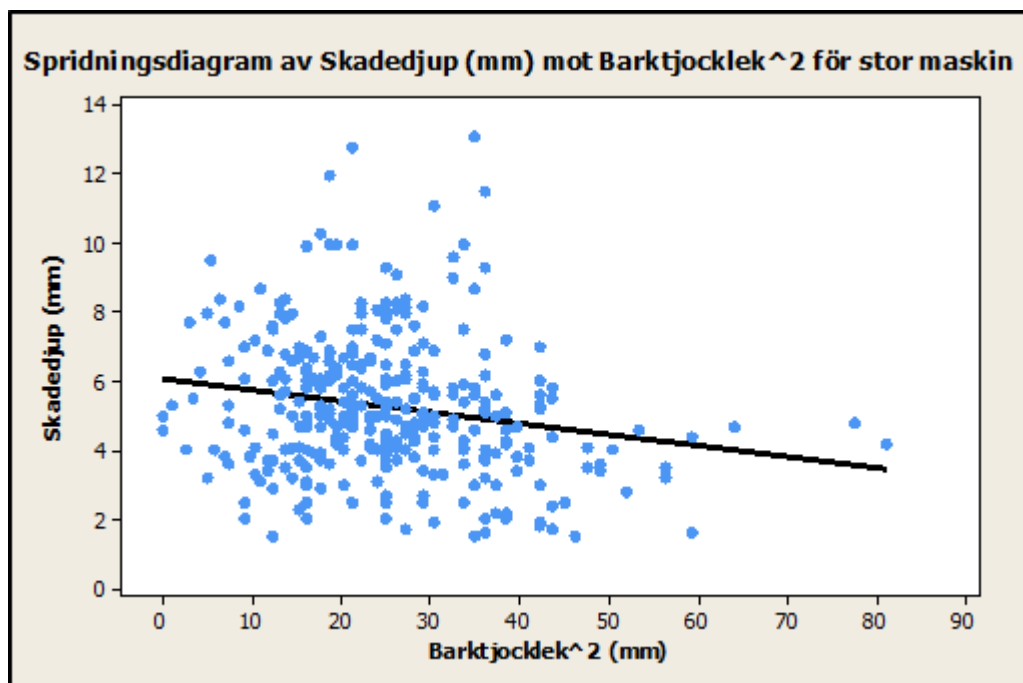
Figure 4. Analysis of the differences between depth of damage created by rib and spike-wheels

Jämförelsen mellan skadedjup skapade av *ribb* och från *dubb* visade att skadan orsakad av en liten maskin kunde med signifikans förväntas vara 3,95 mm i genomsnitt medan skadorna från stor maskin är 5,28 mm (figur 4.). De övre värdena för stor maskin var ca 5mm djupare än för liten maskin och visade på den potentiella maximala skadan som kunde uppstå. Skadedjup från ribbhjul var i genomsnitt 4,43 mm och från dubbhjul ca 5,13 mm (figur 4). De maximala värdena var högre för *dubb* och detta visade att risken för djupare skador var högre när matarhjulet var av den typen. Stjärnorna visar outliers, alltså residualer som sticker ut kraftigt ur resten av värdena, dessa skulle påverka resultatet för mycket och exkluderades därför.



Figur 5. Regressionsanalys, samband mellan stock diameter (toppmätt) och barktjocklek  
 Figure 5. Regression analysis, relation between diameter (top of log) and bark thickness

Resultatet visade på ett tydligt positivt samband mellan stockdiameter och barktjocklek.  $R^2$ -värdet för regressionen var 66,7%. (figur 5 och tabell 3)



Figur 6. Regressionsanalys, samband mellan skadedjup och barktjocklek (i kvadrat) för stor maskin  
 Figure 6. A visual analysis of the regression between depth of damage and bark thickness  $^2$  using a big machine

Det fanns ett samband mellan ökande barktjocklek och minskande matarskadedjup vid användande av stor maskin (figur 6). För att sen översätta denna information till matarskadedjup mot diameter så utfördes en korrelation. Den visade att barktjocklek och diameter korrelerar (tabell 3 figur 5).

Tabell 3. Resultat för regressionsanalyser mellan diameter och barktjocklek (a), skadedjup och barktjocklek vid användande av stor maskin (b), skadedjup och barktjocklek vid användande av liten maskin (c)

Table 3. Results for regression analysis between diameter and bark thickness (a), depth of damage and bark thickness when using a big machine (b), depth of damage and bark thickness when using a small machine (c)

Analys	Term	Koef	SE Koef	T-Värde	P-Värde	R-sq
a	Konstant	14,59	3,31	4,41	0,000	66,72%
	Enkel barktjocklek	28,177	0,396	71,14	0,000	
b	Konstant	6,091	0,248	24,56	0,000	3,71 %
	Enkel barktjocklek^2	- 0,03288	0,00904	- 3,64	0,000	
c	Konstant	3,645	0,51	7,14	0,000	0,23 %
	Enkel barktjocklek	0,063	0,112	0,56	0,576	

Regressionsanalysen av sambandet mellan skadedjup och barktjocklek vid användandet av liten maskin, visade inte på något signifikant samband. Modellen med bäst passform hade även ett lågt  $R^2$ -värde, detta betyder att få av värdena kan förklaras med detta samband (tabell 3).

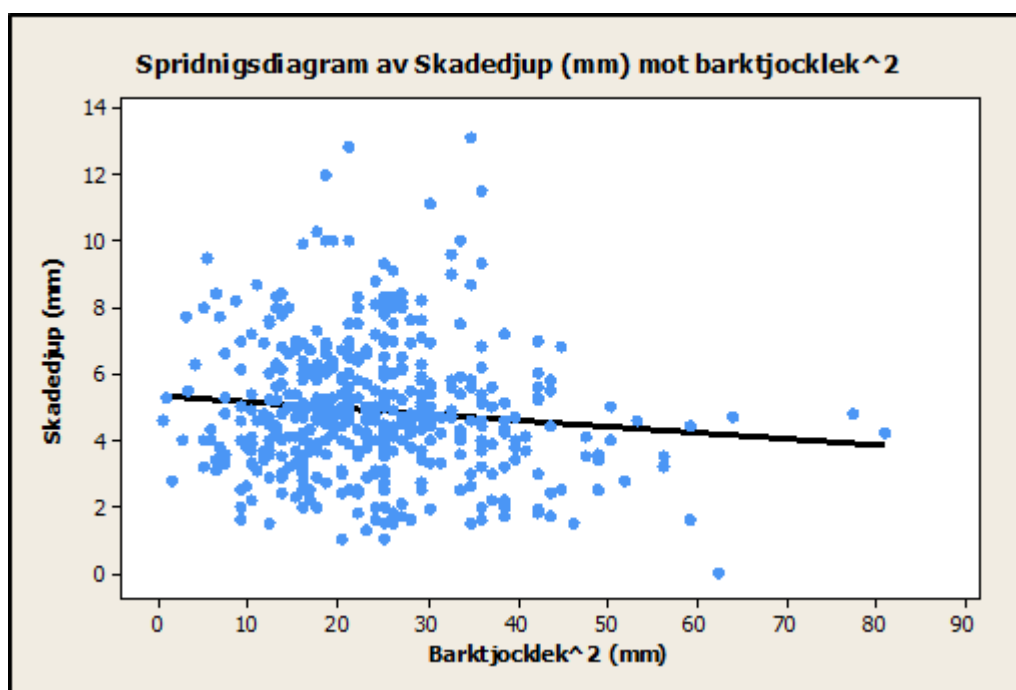


Figure 7. Regressionsanalys mellan skadedjup och barktjocklek^2

Figure 7. Regression analysis between depth of damage and bark thickness^2

Sambandet mellan skadedjup och barktjocklek oavsett maskinstorlek och matarhjulsprincip (figur 7) var signifikant (tabell 4) men mycket svagt med lågt  $R^2$  (1,77 %).

Tabell 4. Regressionsanalys mellan skadedjup och barktjocklek, barktjocklek<sup>2</sup>

*Table 4. A regression analysis between depth of damage, bark thickness and bark thickness<sup>2</sup>*

Regressionsanalys			
Term	Coef	SE Coef	P-Value
Constant	3,799	0,907	0,000
Barktjocklek <sup>2</sup>	– 0,0858	0,0391	0,029



## 4. DISKUSSION

Vår hypotes att dubbhjul ger större skador än ribbhjul kunde bekräftas och överensstämmer med tidigare undersökningar (Petrus 2007; Nuutinen et al. 2010; Sveningsson 2011). Vår studie visade att hjultypen *dubb* i genomsnitt ger 0,7 mm djupare skada. Frågan är då om det är tillräckligt djupt för att ta hänsyn till i valet av matarhjul? Båda hjul typerna medförde en medelskada under detta värde. För *dubb* var det fler höga värden över 6,9 mm, med ett högsta värde på 13,1 mm. Det högsta värdet för *ribb* var 8,3 mm. Att *dubb* har fler värden än *ribb* som är högre än 6,9 mm är intressant då det räcker med en enda inträngning i stocken för att den ska klassas som skadad. Konsekvenserna av skador på sågad vara är en önskad ekonomisk förlust vid sågverket.

Tidigare studier som har granskat skadegraden från olika matarhjul (Petrus 2007; Nuutinen et al. 2010; Sveningsson 2011) har varit mer specifika och jämfört individuella matarhjulsutformningar. Vi valde att förenkla jämförelsen och delade in matarhjulen i två huvudgrupper. Detta för att vi inte var intresserade av att hitta ett specifikt matarhjul som är bäst, utan vårt intresse var att hitta en generell principiell utformning av matarhjul som fungerade bättre än den andra. Skulle man enbart titta på detta resultat så skulle man kunna säga att det är mest fördelaktigt att köra med matarhjul av typen *ribb*. Däremot finns det andra faktorer som också påverkas av vilket matarhjul du kör med. En sådan faktor är produktiviteten. Enligt (Brunberg et al. 2006) är matarhjul av typen *dubb* effektivast. Det är alltså en faktor som talar emot att välja matarhjul av typen *ribb*. Samma rapport visar dock också att kostnaden för kvalitetsnedsättning kan vara betydligt högre än kostnaden för lägre produktivitet.

Våra resultat visade också att med ökad barktjocklek minskade risken för matarhjulsskador. Viktigt att tänka på här är att allt data är insamlat på klintimmerdimensioner upp till 18 cm i toppdiameter. Troligt är att mätning på grövre timmer hade gett oss ett resultat där barken skyddat ännu mer med ökad till följd av att den är ännu tjockare där. Resultatet bör alltså enbart tillämpas på klintimmerdimensioner.

Tidigare studier på hur barken skyddar mot matarhjulsskador visar att vårtbjörkens bark skyddar bättre än gran och tall (Nuutinen et al. 2010). Vår studie är inriktad enbart på gran. En trolig anledning att vi inte kunde se en lika stark skyddande effekt av tjockare bark som för björk är att granen inte utvecklar någon skorpbark som vårtbjörken gör. Noterbart är också att datamaterialet samlades in under tidig växtsäsong då barken är under tillväxt och därmed segare/mjukare. Om datamaterialet samlats in under hösten/vintern hade kanske resultatet blivit annorlunda till följd av en mer välutvecklad och därmed hårdare bark. Tjockare bark kommer dock aldrig att säkerställa en skada under 6,9 mm-gränsen (Söderholm 2013)

Eftersom datamaterialet inte var insamlat för just syftet som vi har i denna rapport så finns det några förenklingar som skapar luckor i kvalitén på datamaterialet. Vår analys av sambandet mellan barktjocklek och diameter gav oss en uppfattning om att barken blir grövre i takt med att diametern ökar, men den säger lite om just våra provträds exakta diameter. Detta är ett steg som skulle enkelt undvikas och bli mer exakt om man initialt samlat in data för diameter på den mätta stocken.

Modellerna som formulerades har i vissa fall haft  $r^2$ -värden så låga som 3,71 % och 0,23 % (tabell 3). Detta beskriver hur väl ett datamaterial passar för en viss modell. Så hade man haft mer tid och kunskap till att formulera modeller så skulle man troligtvis kunna komma fram till ett säkrare resultat.

Analyssteget har sina brister i sig, om man skulle ha börjat om med arbetet så skulle vi ha arrangerat om datamaterialet i medelvärden i intervall mellan exempelvis 1-5, 5-10mm. Detta för att man skulle få en enklare visuell tolkning samt att vi skulle fått en enda linje att göra en regressionsanalys på.

#### 4.1 Slutsats

- Både maskinstorlek och matarhjulstyp är faktorer som verkar ha betydelse för om stockskador uppkommer vid skörd av granklentimmer. Den av faktorerna som hade störst inverkan på skadedjupet var maskinstorleken. Således bör man alltså vara noggrann vid val av maskinstorlek när man ska gallra bestånd med förväntat klentimmeruttag.
- Gällande matarhjulsutformningen säger resultaten att *ribb* ger mindre skador än *dubb*.
- Ökande barktjocklek minskar dubbskadedjupet vid upparbetning av klentimmer.

Vi har alltså kommit till insikten att om det finns flera maskinlag att tillgå vid gallringar så bör det lag med minst skördare väljas. För att minimera risken för matarhjulskador på klentimmer bör också matarhjul av typen *ribb* väljas.

En viktig slutsats vi har kunnat dra under och efter skrivandet av denna rapport är att frågan kring hur man kan minska dubbskador på klentimmer är mycket komplicerad och det finns väldigt många faktorer att ta hänsyn till i frågan.

#### 4.2 Kompletterande studier

Denna studie lyfter enbart fram matarhjulstypen och maskinstorlek som påverkande faktorer på matarhjulsskadedjupet. Det finns emellertid fler faktorer som kan påverka skadedjupet. En viktig faktor som kan påverka mycket är vilket hydraultryck som används på matarhjulen (Brunberg et al. 2006; Gäfvert et al. 2008) Detta är en faktor som föraren kan ställa in beroende på vad denne anser vara lämpligt för åtgärden. Under insamling av data diskuterades detta med de olika entreprenörerna. Kunskapen och intresset för att justera inställningarna för varje individuell trakt varierade kraftigt mellan förarna. Slutsatsen av samtalen var att en förare som är insatt i tryckinställningar och som är villig att lägga ner tid på att ändra inställningar utefter bestånd, kommer troligtvis inte att framkalla lika mycket matarhjulsskador som en förare som använder ett konstant högt tryck för hög produktivitet. För att kunna räkna med denna faktor hade det varit intressant att göra en kompletterande intervju med varje maskinförare för att få en skriftlig sammanställning om hur hen hanterar sina inställningar på hydraultrycket.

Under arbetets gång har det även dykt upp andra tankar om ytterligare intressanta studier inom ämnet, beträffande: exv. kalkyler över flyttkostnad mot kvalitetsnedsättning och hur balansen mellan produktivitet och matarhjulsskador ska optimeras.

## 5. REFERENSER

- Anon. (2011) Kompendium i virkesmätning del IV. Mätning av barrsågtimmer (2011) VMR.
- Brunberg, T. v Hofsten, H. & Jonsson, M. (2006). Kartläggning och värdering av dubbskador. Uppsala: Skogforsk. Resultat nr 18; 2006
- Brunberg T. (2010). Rätt maskinval i gallring : studie vid SCA Skog. Uppsala: Skogforsk Resultat nr 6; 2010
- Gremo AB. (2014). *Gremo AB* [Online] Tillgänglig: <http://www.gremo.se/> [2014-04-07]
- Gäfvert, M., Memic, A. & Wilhelmsson, U. (2008). Matarhjulens dubbinträngning i timmer. Växjö universitet. Institutionen för teknik och design/ Högscoleingenjörsprogrammet i maskinteknik. Examensarbete nr TD 058/2008.
- Mascus (2014). *Begagnade fordon och begagnade maskiner* [Online] Tillgänglig <http://www.mascus.se> [2014-04-23]
- John Deere Sverige (2014). *John Deere Sverige* [Online] Tillgänglig : [http://www.deere.se/wps/dcom/sv\\_SE/regional\\_home.page](http://www.deere.se/wps/dcom/sv_SE/regional_home.page)[2014-04-07]
- Komatsu Forest. (2014). *Komatsu Forest* [Online] Tillgänglig : <http://www.komatsuforest.se/default.aspx?id=10836> [2014-04-07]
- Nuutinen, Y., Väättäinen, K., Asikainen, A., Prinz, R. & Heinonen, J. (2010) Operational Efficiency and damage to sawlogs by feed rollers of the harvester head. and Damage to Sawlogs by Feed Rollers of the Harvester Head. *Silva Fennica* 44 (1), s. 121-139
- Nylinder, M., Lundström, H. & Fryk, H. (2000). Skador och fel på tall-och grantimmer. Tierp: Tierps Tryckeri AB
- Petrus J. (2007). *Virkesvärdestest 2006 : virkesskador*. Uppsala: Skogforsk. Resultat nr 7; 2007.
- Ponsse. (2014). *A loggers best friend* [Online] Tillgänglig: <http://www.ponsse.com/se> [2014-04-07]
- ProfiPro (2014). *Profipro* [Online] Tillgänglig : <http://www.profipro.fi/index.php/sv/>[2014-04-08]
- Rottne (2014) *ROTTNE-first in forest*. [Online] Tillgänglig : <http://www.rottne.com/> [2014-04-08]
- Skogsstyrelsen. (2013). Skogsstatistisk årsbok 2013. s.171 Skogsstyrelsen.
- Sveningsson, L. (2011). *Dubbskador på Alvestakubb*. Sveriges lantbruksuniversitet. Skogsmästarprogrammet. Examensarbete 2011:18.

Söderholm, M. (2013). *Verktyg och metoder för kontroll av dubbskadedjup på timmerstockar - metodutveckling*. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för skogens ekologi och skötsel, Skogsvetareprogrammet, Examensarbete 2013:09.

## 6. BILAGOR

Bilaga 1. Fältblankett för insamling av data

Datum 2012-mm-dd	Kubb id	Barktjocklek	Dubbdjup mm under bark
Plats	1		
	2		
Entreprenör	3		
	4		
Förare	5		
	6		
Maskin	7		
	8		
Aggregat	9		
	10		
Matarhjul	11		
	12		
Bröstmatarhjul	13		
	14		
	15		
	16		
	17		
	18		
	19		
	20		
	21		
	22		
	23		
	24		
	25		
	26		
	27		
	28		
	29		
	30		